

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-004985  
 (43) Date of publication of application : 09.01.2002

## 1) Int.Cl.

F02N 11/08  
 F02D 13/02  
 F02D 17/00  
 F02D 29/02  
 F02D 41/06  
 F02D 41/38  
 F02D 41/40  
 F02D 43/00  
 F02D 45/00  
 F02N 15/00

21) Application number : 2000-181742

(71) Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

22) Date of filing : 16.06.2000

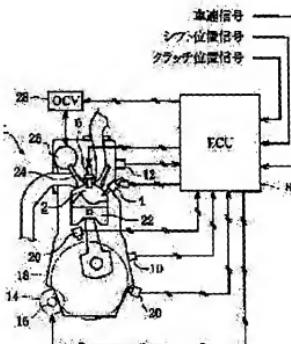
(72) Inventor : INUI TOSHIO  
 UEDA KATSUNORI

## (54) STARTING DEVICE OF CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To certainly start a cylinder injection type internal combustion engine without usual cranking.

SOLUTION: This starting device detects a cylinder in an expanding process based on signals from a crank angle sensor 10 and a cam angle sensor 12 in stopping an engine 1, and injects a predetermined fuel from a fuel injection valve 4 into the cylinder. For starting the engine 1, ignition is commanded to a spark plug 6 to cause combustion in the expanded cylinder, and the starting is performed only by the combustion pressure. The starting device has a failsafe function of completing the starting by preventing operation of a starter 14 when the starting of the engine 1 is successful or auxiliarily operating the starter 14 when the starting is incomplete.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
images caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

Claim(s)]

[Claim 1] The cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine which can inject direct fuel to the combustion chamber characterized by providing the following. The motor for carrying out cranking of the aforementioned internal combustion engine. A cylinder detection means to detect the cylinder which is in an expansion stroke after operation of the aforementioned internal combustion engine has stopped. Injection control means which inject fuel in the cylinder in the expansion stroke which carried out [ aforementioned ] detection. A starting means to make combustion occur and to start the aforementioned internal combustion engine in the cylinder in the aforementioned expansion stroke, and a motor-control means to control the operation of the aforementioned motor according to the starting state of the aforementioned internal combustion engine by the aforementioned starting means.

[Claim 2] A cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine with the function which injects direct fuel to a combustion chamber while being carried in the vehicles characterized by providing the following and driving vehicles. An operational status detection means to detect the operational status of vehicles. An automatic-stop means to stop the aforementioned internal combustion engine automatically when a predetermined condition precedent is satisfied based on the operational status which carried out [ aforementioned ] detection. Injection control means which detect the cylinder in an expansion stroke and inject fuel in the cylinder when operation of the aforementioned internal combustion engine is stopped by the aforementioned automatic-stop means. The motor for carrying out cranking of the aforementioned internal combustion engine to a starting means make combustion occur within the cylinder in the aforementioned expansion stroke, and start the aforementioned internal combustion engine automatically when predetermined starting conditions are satisfied based on the aforementioned operational status after a halt by the aforementioned automatic-stop means, and a motor-control means control the operation of the aforementioned motor according to the starting state of the aforementioned internal combustion engine by the aforementioned starting means.

[Claim 3] Starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by having further the adjustable valve timing mechanism which makes adjustable the valve-opening stage of the exhaust valve of the aforementioned internal combustion engine, and the valve-opening control means which control the operation of the aforementioned adjustable valve timing mechanism to delay the valve-opening stage of an exhaust valve about the cylinder which is in the aforementioned expansion stroke at least.

---

[Translation done.]

## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
changes caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### Detailed Description of the Invention]

[0001]

The technical field to which invention belongs] this invention relates to the starting system suitable for starting a cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] As technology about starting of this kind of cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine, the start method of the internal combustion engine indicated by JP,11-159374,A, for example is mentioned. This well-known start method tends to inject fuel to the combustion chamber which has taken expansion (work) distance on the occasion of starting of an internal combustion engine, and tends to obtain power required for starting of an internal combustion engine by the combustion energy. By starting only by the explosive power, the fuel injected by the idle state of an internal combustion engine specifically tends to be lit, and cranking by the starter motor is omitted completely, or a 1-3 rotation grade, after carrying out, fuel tends to be injected and tends to be lit, cranking time tends to be shortened, and it is going to reduce power consumption for cranking by the starter motor.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, after this kind of internal combustion engine has stopped the operation the place which can be operated steadily according to a predetermined heat cycle, the flow and pressure requirement in the cylinder in an expansion stroke is in the state where relevance with a series of inhalation-of-air work and the work of compression which were performed in the intake stroke and compression stroke before it was lacked. That is, if operation of an internal combustion engine is stopped, into a cylinder, the air filled up with and compressed will flow out out of a cylinder, and the cylinder internal pressure will fall. It is difficult to get the expansion work corresponding to the heat cycle of an internal combustion engine from the combustion, though combustion is made to form in the cylinder which is in an expansion stroke in such the state.

[0004] For this reason, if the combustion pressure obtained by the well-known start method becomes small as compared with the combustion pressure obtained by the usual no-load running, for example, is in a many cylinder type internal combustion engine, it may be unable to overcome the compression pressure of the cylinder in other compression strokes, and may be unable to depress a piston. If it is in such a situation, since a piston cannot exceed a top dead center in the cylinder in a compression stroke, it cannot be said as what can guarantee positive starting of an internal combustion engine any longer. The room of the part which is performing cranking by the starter motor from the idle state of an internal combustion engine by the start method which injects fuel on the other hand after performing cranking about 1 - 3 rotation, and still power-saving is large.

[0005] Then, this invention offers the starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine which can also hold down consumption of power to the minimum while collateralizing the certainty of starting in an internal combustion engine.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Although the starting system (claim 1) of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine of this invention puts an internal combustion engine into operation by detecting the cylinder which is in an expansion stroke after operation of an internal combustion engine has stopped, injecting fuel in the cylinder, and making combustion occur, it shall control the operation of the motor for cranking according to the starting state at this time.

[0007] It may happen, when starting will become imperfect with shortage of a combustion pressure, if it can be made to detonate completely only by the combustion pressure when combustion is made to occur in the cylinder which is in an expansion stroke by the idle state of an internal combustion engine as mentioned above. For this reason, especially if a starting state is a success (high-order detonation) in control of a motor, it is not necessary to operate a motor, on the

in hand, when a starting state is imperfect, a motor is operated, and starting is ensured by adding cranking. In addition, since cranking by the starting system of this invention assists the force in which combustion gas depresses a piston, as compared with cranking from the perfect idle state, its used power is very small.

[0008] Moreover, in the case of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine carried in vehicles, the starting system (claim 2) of this invention detects the operational status of vehicles, and when a predetermined condition precedent is satisfied based on the operational status, it stops operation of an internal combustion engine automatically. When stopping operation automatically, especially the starting system of this invention detects the cylinder in an expansion stroke, and injects fuel in the cylinder. Then, if predetermined starting conditions are satisfied based on operational status, while making combustion occur within the cylinder in the expansion stroke and starting an internal combustion engine automatically, the operation of a motor is controlled according to the starting state.

[0009] As mentioned above, if fuel is injected in the cylinder in an expansion stroke when operation of an internal combustion engine is stopped automatically, prompt starting will be attained only by lighting, when starting conditions are satisfied after this. If it has detonated completely only by the combustion pressure by this ignition, it is not necessary to operate a motor, and only by the combustion pressure, when a starting state becomes imperfect, starting more positive than operate a motor and adding cranking is attained.

[0010] Furthermore, in the starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine of this invention, the adjustable valve timing mechanism about an exhaust valve and its valve-opening control means can be included further (claim 3), and the valve-opening control means can be controlled to it to delay the valve-opening stage of an exhaust valve about the cylinder which is in an expansion stroke at least. In this case, it is suppressing valve opening of an exhaust valve until the piston of the cylinder in an expansion stroke reaches a bottom dead point, and efficient expansion work of combustion gas is promoted.

[0011] [Embodiments of the Invention] As 1 operation gestalt of this invention, the starting system of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine carried in vehicles is explained. However, the use of the internal combustion engine with which this invention is applied is not limited to vehicles. If drawing 1 is referred to, the engine 1 which is a cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine is equipped with the fuel injection valve 4 which can inject direct fuel in the cylinder 2, i.e., a combustion chamber. Moreover, it has the layout of the in-series 4-cylinder type which sees an engine 1 with a crank angle and explodes at equal intervals for every 180-degreeCA, and the fuel injection valve 4 and the ignition plug 6 are formed in each cylinder of the.

[0012] Electronics control of the stage of the fuel injection and ignition to each cylinder is carried out by the electronic control unit (ECU) 8, and, specifically, the fuel injection valve 4 and ignition plug 6 which were mentioned above operate based on the injection pulse signal or ignition signal outputted from ECU8. The crank angle sensor 10 and the cam angle sensor 12 are attached in the engine 1, and since ECU8 judges injection and ignition timing proper, it can perform data processing using the crank angle signal inputted from the crank angle sensor 10. Moreover, ECU8 distinguishes the cylinder in a compression stroke, and controls fuel injection and ignition timing by operation mode which can distinguish the cylinder which is in a specific distance using the cam angle signal inputted from the cam angle sensor 12 in addition to a crank angle signal, for example, injects fuel by the compression stroke.

[0013] Furthermore, using the function of cylinder distinction mentioned above, ECU8 can detect the cylinder in an expansion stroke, when an engine 1 stops operation, and it can memorize the detected cylinder (cylinder detection means). The starter 14 for cranking (motor) is attached to the engine 1, for example, this starter 14 can engage and drive a pinion 16 to the starter ring formed in the periphery of a flywheel 18, and cranking of the engine 1 can be carried out. In addition, a pinion 16 may be a type which a starter ring and always gets into gear.

[0014] Moreover, the blade (not shown) of equiangular width of face is formed in the hoop direction at intervals of the fixed angle, equally (for example, 30 degrees), on the periphery of a flywheel 18, only the angle (for example, 15 degrees) of the half shifts a phase mutually, and two piston position sensors 20 are arranged by the angle width of face and its attachment interval of these blades at it. With passage of each blade, these pistons position sensor 20 can form the signal of ON or OFF, and can input it into ECU8.

[0015] When an engine 1 stops operation, it can detect in which position (degreeATDC, \*\*BTDC) at counting the standup and falling of ON/OFF signal, for every cylinder, the piston 22 saw ECU8 with the crank angle, and stopped it just before it. In addition, according to the observation which the artificer of this invention etc. performed, the property of the piston 22 of the cylinder which is usually in an expansion stroke from balance of the cylinder internal pressure of a compression cylinder and an expansion cylinder with the 4-cylinder type engine 1, for example that the frequency stopped in the position near the 100-degreeATDC is high is clear.

[0016] In addition to this, the engine 1 is equipped with the adjustable valve timing mechanism 26 whose change of the valve-opening time of an exhaust valve 24 is enabled. this adjustable valve timing mechanism 26 carries out the

riation rate of the phase of a cam shaft (neither is illustrated) for example, using a hydraulic actuator -- making -- edetermined within the limits -- valve-opening time -- the angle of delay -- or a tooth lead angle can be carried out ne feeding-and-discarding way of operation oil pressure is connected to the hydraulic actuator of the adjustable valve nging mechanism 26 through the oil control valve 28, and the oil control valve 28 can switch the direction of feeding id discarding of the operation oil pressure to a hydraulic actuator, and can make the operation to the direction of the gle of delay, or the direction of a tooth lead angle perform. Moreover, the concrete operation of the oil control valve 8 is realizable with switch control of the spool position which used the solenoid, and ECU8 is outputting the rate of ontrol duty to the solenoid, and has the function to perform the angle of delay of valve-opening time, or tooth-leadngle control concretely.

[0017] Moreover, information, such as a clutch position signal showing treading in or release of the vehicle speed signal which can collect information from various kinds of sensors since the operational status of vehicles is detected, or example, is inputted from a vehicle speed sensor, the shift-position signal inputted from a shift-position sensor, and he clutch pedal inputted from a clutch position sensor, can input ECU8 into ECU8.

[0018] Although the above is 1 operation gestalt at the time of applying the starting system of this invention to the engine 1 for vehicles, the starting system of this invention has other composition about the control function of ECU8 further.

[0019]

[Example] A concrete example is given to below and starting of the engine 1 using the starting system of this invention is explained in detail. The concrete composition of others concerning the starting system of this invention also becomes clear through the following explanation again. Drawing 2 shows the flow chart of the starting control routine which ECU8 should perform, and ECU8 performs starting control of an engine 1 in the procedure in alignment with this flow. The flow of drawing 2 is positioned as a main control routine after operation of an engine 1 was stopped, and contains two sub routines R1 and R2 in the middle of the step.

[0020] In this example, automatic idle halt / starting system is built into ECU8, and ECU8 can judge formation of a predetermined condition precedent and starting conditions based on the operational status of the vehicles mentioned above. For example, when a shift position has the vehicle speed neutrally by 0 and treading in to clutch pedal is canceled, ECU8 judges with formation of a condition precedent. When a condition precedent is satisfied, ECU8 stops fuel injection and ignition, and stops an engine 1 automatically. In addition, it is also possible to carry out the current update of the parameter which should be detected, and to use these for the judgment of a condition precedent.

[0021] ECU8 operates the adjustable valve timing mechanism 26 further mentioned above when stopping operation of an engine 1, and sets the valve-opening stage of an exhaust valve 24 to the angle-of-delay side (valve-opening control means). In addition, when a hydraulic actuator can operate certainly, you may carry out after a halt of an engine 1.

When automatic stay of such an engine 1 is performed, or when an operator turns OFF an ignition switch, ECU8 starts execution of the starting control routine of drawing 2.

[0022] First, when it judges whether the rotational speed of an engine 1 became below the predetermined value Ne0 (for example, 30rpm, min-1) in Step S1 and this judgment is materialized (Yes), ECU8 regards it as what the engine 1 stopped, and progresses to Step S2. At Step S2, ECU8 judges whether the predetermined timer after a halt has stopped the count (=0), when having stopped, progresses to Step S3 and starts the operation of the timer after a halt. In addition, an after [this halt] timer and various kinds of timers mentioned later can be incorporated for example, in ECU8, and can count elapsed time with the starting.

[0023] In the following step S4, ECU8 judges whether the predetermined timer after injection has stopped the count (=0). Since the timer after this injection is not yet operating after stopping operation of an engine 1, ECU8 progresses to the following step S5, and judges formation of starting conditions. The input of the automatic starting conditions after performing automatic stay mentioned above as this starting condition, and the ON signal of an ignition switch is assumed. In addition, the starting conditions in automatic idle halt / starting control are satisfied when it gets into clutch pedal in this state on the assumption that there is a shift position neutrally.

[0024] Since it is thought that it is necessary to start an engine 1 immediately when formation of starting conditions is judged at this time (Yes), ECU8 bypasses a sub routine R1, progresses to Step S11, operates a starter 14 immediately, and starts cranking. This is for satisfying a quick starting demand after a halt of an engine 1. On the other hand, if immediate starting conditions are not satisfied at Step S5, it progresses to the sub routine R1 for (No) and halt after treatment.

[0025] Drawing 3 shows the detail of sub routines R1 and R2 mentioned above. If ECU8 progresses to a sub routine R1 from Step S5 of a main routine, it will judge whether the predetermined time has passed after a halt of an engine 1 at Step S6. If this judgment can be made from the count of the timer after a halt mentioned above and the predetermined time has not passed, (No) ECU8 carries out the return of the main routine, and before the progress

peats the above-mentioned processing (Steps S1-S6). In addition, since the timer after a halt has already operated, in the case of a repeat, Step S3 is bypassed.

[0026] If progress of a predetermined time is accepted at Step S6 (Yes), ECU8 will order it fuel injection to the cylinder which progressed to Step S7 and has stopped by the expansion stroke, and will start the operation of the timer after injection at Step S8. In addition, since ECU8 has already detected the cylinder in an expansion stroke at this time, an injection signal is supplied to the fuel injection valve 4 corresponding to the cylinder, and fuel is actually injected (injection control means). More preferably, ECU8 can calculate the air content in a cylinder correctly from the detected piston position, and can carry out metering of the fuel which should be injected appropriately.

[0027] although ECU8 judges whether the predetermined time passed after ignition in the following step S9, since it is not yet lighting at this time -- (No) -- the return of the main routine is carried out as it is Then, if ECU8 returns to a main routine, since the injection timer has already operated, it will progress to Step S12 from step S4. At Step S12, it judges again whether starting conditions are satisfied, and the loop to the above-mentioned step S1 - Step S12 (S1, S2, S4, S12) is only repeated until starting conditions are satisfied.

[0028] Then, ECU8 progresses to the sub routine R2 for starting processing only after starting conditions are satisfied. In a sub routine R2, ECU8 judges whether the predetermined time passed after injection of fuel at Step S13. This predetermined time can be set up as a duration for ensuring the evaporation after injection of fuel. When this predetermined time has not passed, (No) and ECU8 end a sub routine R2, progress to Step S11 of a main routine, and perform cranking by the starter 14. Judgment at such a step S13 is for expecting the evaporation time of fuel and preventing a flame failure beforehand.

[0029] When it is admitted that the predetermined time has passed at Step S13 (Yes), it progresses to Step S14, and it judges whether ignition was performed or not from the counted value of the timer after ignition. At this time, it is counted value =0, and since it can be judged as ignition before, ECU8 progresses to Step S15, and orders it ignition. These instructions are made to the cylinder in the expansion stroke which already injected fuel, and an ignition signal is specifically outputted to an ignition plug 6. In addition, if it takes into consideration that cylinder internal pressure is falling by halt of operation, in order to secure sufficient heat energy for ignition at this time, it is desirable to perform multiplex ignition.

[0030] Next, it judges whether ECU8 started the operation of the timer after ignition at Step S16, it progressed to step S9, and the predetermined time passed after ignition. (No) and ECU8 carry out the return of the main routine, go into a sub routine R2 from Step S12 again, bypass Steps S15 and S16, and repeat judgment of step S9 until this predetermined time passes (Step S14= No).

[0031] If it judges that the predetermined time passed after ignition, ECU8 will judge whether the engine speed is over the predetermined value Nes at Step S10. This predetermined value Nes is set up as a threshold for judging whether starting of an engine 1 was successful, and it judges as that whose starting state is a success if the rotational speed of an engine 1 is over this predetermined value Nes, and on the other hand, if ECU8 is below the predetermined value Nes, it can judge it as what has an imperfect starting state.

[0032] In addition, although not clearly shown by the flow chart of drawing 2, if a piston 22 begins to move by Step S15 after ignition, ECU8 will order it injection also about the cylinder which is in a compression stroke then, and will order it ignition further in the top dead center. An engine 1 starts without high-order detonation taking place in the cylinder which suited the compression stroke, and performing the usual cranking by this, at the time of a halt of an engine 1.

[0033] As a result of judging a starting state, when imperfect, (No) ends a sub routine R2 and returns to a main routine, and ECU8 progresses to Step S11, and operates a starter 14. On the other hand, when a judgment result is a success (Yes), since ECU8 carries out the return of the main routine, a starter 14 does not operate. Even if it was in the case of which [ above ], when an engine 1 starts and rotational speed exceeds the predetermined value Nes, ECU8 resets various kinds of timers which shifted to Step S17 and were mentioned above from Step S1 of a main routine, respectively, and ends execution of a starting control routine.

[0034] By performing the starting control routine mentioned above, when putting an engine 1 into operation, in the cylinder in an expansion stroke, ECU8 makes combustion occur and starts an engine 1 (starting means). At this time, ECU8 controls the operation of a starter 14 according to the judgment result in Step S11, i.e., the starting state of an engine 1, (motor-control means).

[0035] Therefore, when it succeeds in starting only by the combustion pressure in the cylinder in an expansion stroke according to the starting system of this example, starting of an engine 1 is performed, without operating a starter 14. On the other hand, only by the combustion pressure in a cylinder, when starting becomes imperfect, cranking by the starter 14 can be added auxiliary, for example, and starting of an engine 1 is attained only with the minimum used power. Excessive torque like cranking which it is only sufficient for carrying out this assistance to the grade to which

a cylinder in a compression stroke exceeds a top dead center, and is performed by the usual idle state is not required. addition, although the starting state is judged from the engine speed in the one example, you may judge using other detection parameters.

[0036] Moreover, if the valve-opening stage of an exhaust valve 24 is beforehand set to the angle-of-delay side, while the piston 22 is depressed by the expansion stroke as mentioned above, an exhaust valve 24 can be closed, and the sudden fall of the combustion pressure in the inside of the expansion stroke is prevented. Efficient expansion work of combustion gas can be promoted by this, and it can contribute to a success of starting only by the combustion pressure. [0037] Although idle stop vehicles are used in the above-mentioned example, you may be the vehicles (for example, hybrid vehicles) which suspend and start an engine automatically. Moreover, although the operation of automatic idle start / starting control system of vehicles is doubled and explained, the starting system of this invention does not necessarily require cooperation with such a control system about the engine 1 for vehicles. After it follows, for example, the operator of vehicles stops an engine 1, when making it restart, the starting control routine mentioned above can be performed independently, and an engine 1 can be put into operation.

[0038] The operation gestalt of this invention is not restricted to the engine 1 mentioned as an example, but may have other cylinder layouts, and may be a single-cylinder type. Moreover, it cannot be overemphasized that replacement is suitably possible in the composition of a concrete member or parts in other desirable modes about the operation gestalt of this invention.

[0039] [Effect of the Invention] The starting system (claim 1) of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine of this invention makes starting of an internal combustion engine a positive thing for a short time. Moreover, large power saving becomes possible by using the motor only for starting fail-safe. Moreover, since the starting system (claim 2) of the cylinder-injection-of-fuel type internal combustion engine of this invention guarantees the quick nature and certainty of starting, it can cooperate with automatic-start / starting control of the internal combustion engine carried in vehicles suitably, and it contributes also to the purpose achievement of the mpg reduction greatly.

[0040] Furthermore, if the starting system of this invention includes the composition about valve-opening control (claim 3), starting of an internal combustion engine can be rationally assisted by the work.

---

[Translation done.]

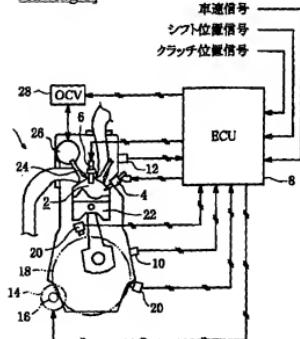
## NOTICES \*

span Patent Office is not responsible for any  
mages caused by the us of this translation.

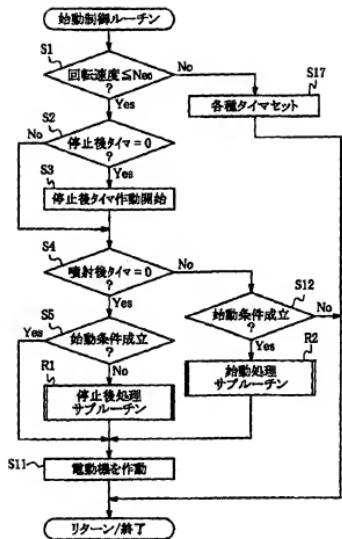
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
\*\*\*\* shows the word which can not be translated.  
In the drawings, any words are not translated.

## RAWINGS

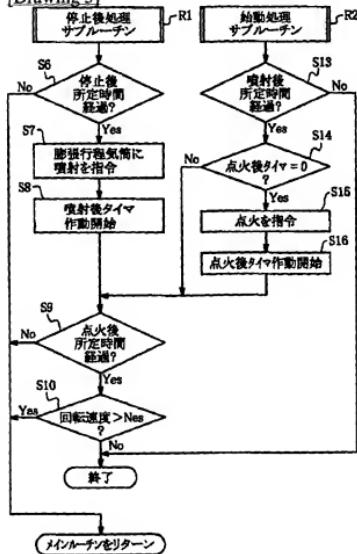
### Drawing 11



### [Drawing 2]



[Drawing 3]



Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-4985

(P2002-4985A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl'  
F 02 N 11/08

識別記号

F I  
F 02 N 11/08

テーブット(参考)

F 02 D 13/02

F 02 D 13/02

F 3 G 0 8 4  
N 3 G 0 9 2  
V 3 G 0 9 3  
H 3 G 3 0 1  
J

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-181742(P2000-181742)

(71)出願人 000006286

(22)出願日 平成12年6月16日(2000.6.16)

三菱自動車工業株式会社  
東京都港区芝五丁目33番8号

(72)発明者 乾 敏男

乾 敏男  
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72)発明者 上田 克則

上田 克則  
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

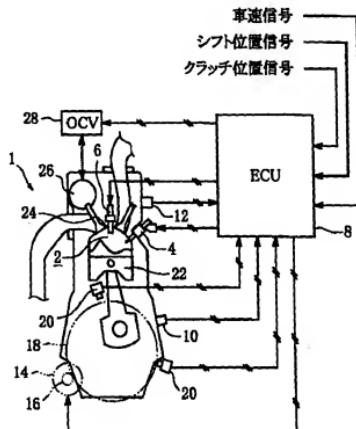
(74)代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関の始動装置

## (57)【要約】

【課題】 通常のクランクギングなしで筒内噴射型内燃機  
関の始動を確実なものとする。【解決手段】 始動装置は、エンジン1の停止時にクラ  
ンク角センサ10およびカム角センサ12からの信号に基  
づき膨張行程にある気筒を検出し、その気筒内に燃料  
噴射弁4から所定の燃料を噴射する。エンジン1を始動  
させるときは、点火栓6に対して点火を指令して膨張気  
筒に燃焼を生起させ、その燃焼圧だけで始動を行う。始  
動装置はこのとき、エンジン1の始動が成功していれば  
スタータ14を非作動とすことができ、一方、始動が  
不完全であればスタータ14を補助的に作動させて始動  
を完全にするフェールセーフ機能を有している。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室内に直接燃料を噴射可能な筒内噴射型内燃機関において、前記内燃機関をクランクイングさせるための電動機と、前記内燃機関の運転が停止した状態で膨張行程にある気筒を検出する気筒検出手段と、前記検出した膨張行程にある気筒内に燃料を噴射する噴射制御手段と、

前記膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させて前記内燃機関を始動させる始動手段と、前記始動手段による前記内燃機関の始動状態に応じて前記電動機の作動を制御する電動機制御手段とを具備したことを特徴とする筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【請求項2】 車両に搭載されて車両を駆動するとともに、燃焼室内に直接燃料を噴射する機能を有した筒内噴射型内燃機関において、

車両の運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記検出した運転状態に基づき所定の停止条件が成立了とき、前記内燃機関を自動的に停止させる自動停止手段と、

前記自動停止手段により前記内燃機関の運転が停止されたとき、膨張行程にある気筒を検出してその気筒内に燃料を噴射する噴射制御手段と、

前記自動停止手段による停止後に前記運転状態に基づき所定の始動条件が成立したとき、前記膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させて前記内燃機関を自動的に始動させる始動手段と、

前記内燃機関をクランクイングさせるための電動機と、前記始動手段による前記内燃機関の始動状態に応じて前記電動機の作動を制御する電動機制御手段とを具備したことを特徴とする筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【請求項3】 前記内燃機関の排気弁の開弁時期を可変とする可変バルブタイミング機構と、少なくとも前記膨張行程にある気筒について排気弁の開弁時期を遅らせるべく前記可変バルブタイミング機構の作動を制御する開弁制御手段とを更に備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の筒内噴射型内燃機関の始動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、筒内噴射型内燃機関を始動させるのに適した始動装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 この種の筒内噴射型内燃機関の始動に関する技術としては、例えば特開平11-159374号公報に記載された内燃機関のスタート方法が挙げられる。この公知のスタート方法は、内燃機関の始動に際して膨張（作業）行程をとっている燃焼室内に燃料を噴射し、その燃焼エネルギーにより内燃機関の始動に必要な動

力を得ようとするものである。具体的には、内燃機関の停止状態で噴射した燃料に点火し、その爆発力だけで始動を行うことによりスタートモータによるクランクイングを完全に省略するか、あるいは、スタートモータによるクランクイングを1～3回程度行った後に燃料を噴射して点火し、クランクイング時間を短縮化して消費電力を低減しようとするものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この種の内燃機関は所定の熱サイクルに従って定常運転が可能であるところ、その運転を停止した状態では、膨張行程にある気筒内の圧力条件は、それ以前の吸気行程および圧縮行程にて行われた一連の吸気仕事および圧縮仕事との関連性を失った状態にある。すなわち、内燃機関の運転を停止すると、筒内に充填および圧縮された空気が筒外へ漏出し、その筒内圧は低下する。このような状態で膨張行程にある気筒内に燃焼を形成させたとしても、その燃焼から内燃機関の熱サイクルに見合うだけの膨張仕事を得ることは難しい。

【0004】 このため、公知のスタート方法により得られる燃焼圧は、通常の無負荷運転で得られる燃焼圧に比較して小さいものとなり、例えば多気筒型の内燃機関にあっては、他の圧縮行程にある気筒の圧縮圧に打ち勝つてピストンを押し下げることができない場合もある。このような状況にあっては、圧縮行程にある気筒でピストンが上死点を超えることができないため、もはや内燃機関の確実な始動を保証し得るものとはいえない。一方、1～3回程度のクランクイングを行ってから燃料を噴射するスタート方法では、内燃機関の停止状態からスタートモータによりクランクイングを行っている分、依然として省電力化の余地が大きい。

【0005】 そこで本発明は、内燃機関における始動の確実性を担保するとともに、電力の消費をも最小限に抑えることができる筒内噴射型内燃機関の始動装置を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項1）は、内燃機関の運転が停止した状態で膨張行程にある気筒を検出し、その気筒内に燃料を噴射して燃焼を生起させることにより内燃機関の始動を行うものであるが、このとき、その始動状態に応じてクランクイング用の電動機の作動を制御するものとしている。

【0007】 上述したとおり、内燃機関の停止状態で膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させた場合、その燃焼圧だけで完爆させることができる場合もあれば、燃焼圧の不足により始動が不完全となる場合も起こり得る。このため、電動機の制御においては始動状態が成功（完爆）であれば特に電動機を作動させる必要はなく、一方、始動状態が不完全である場合は電動機を作動させ、

クランクギングを付け足すことでの始動を確実にするものである。なお、本発明の始動装置によるクランクギングは、燃焼ガスがピストンを押し下げる力を補助するものであるから、その完全な停止状態からのクランクギングに比較して使用電力が極めて小さい。

【0008】また、車両に搭載される筒内噴射型内燃機関の場合、本発明の始動装置（請求項2）は車両の運転状態を検出し、その運転状態に基づき所定の停止条件が成立する場合に自動的に内燃機関の運転を停止する。特に、本発明の始動装置は自動的に運転を停止させたとき、膨張行程にある気筒を検出してその気筒内に燃料を噴射しておく。この後、運転状態に基づき所定の始動条件が成立すると、その膨張行程にある気筒内で燃焼を生起させて内燃機関を自動的に始動させるとともに、その始動状態に応じて電動機の作動を制御する。

【0009】上述のように、内燃機関の運転を自動的に停止した場合に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射しておけば、この後、始動条件が成立したときに点火を行うだけで速やかな始動が可能となる。この点火による燃焼圧だけで完爆していれば電動機を作動させる必要がない。燃焼圧だけでは始動状態が不完全となる場合、電動機を作動させてクランクギングを付け足すことにより確実な始動が可能となる。

【0010】更に、本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置には、排気弁についての可変バルブタイミング機構およびその開弁制御手段を更に含めることができ（請求項3）、その開弁制御手段は、少なくとも膨張行程にある気筒について排気弁の開弁時期を遅らせるべく制御することができる。この場合、膨張行程にある気筒のピストンが下点に達するまでの間は排気弁の開弁を抑制することで、燃焼ガスの効率的な膨張仕事が促進される。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態として、車両に搭載される筒内噴射型内燃機関の始動装置について説明する。ただし、本発明が適用される内燃機関の用途は車両用だけに限定されるものではない。図1を参照すると、筒内噴射型の内燃機関であるエンジン1はその筒内、つまり、燃焼室2内に直接燃料を噴射することができる燃料噴射弁4を備えている。またエンジン1は例えば、クランク角でみて180°CA毎に等間隔で爆発する直列4気筒型のレイアウトを有しており、その個々の気筒に燃料噴射弁4および点火栓6が設けられている。

【0012】個々の気筒に対する燃料噴射および点火の時期は電子制御ユニット（ECU）8により電子制御されており、具体的には、上述した燃料噴射弁4および点火栓6は、ECU8から出力される噴射バルス信号または点火信号に基づいて作動される。エンジン1にはクランク角センサ10およびカム角センサ12が取り付かれており、ECU8は噴射および点火時期を適正に判断するため、クランク角センサ10から入力されるクラン

ク角信号を用いて演算処理を行うことができる。またECU8はクランク角信号に加えて、カム角センサ12から入力されるカム角信号を用いて特定の行程にある気筒を判別することができ、例えば、圧縮行程で燃料を噴射する運転モードでは、圧縮行程にある気筒を判別して燃料噴射および点火時期を制御する。

【0013】更にECU8は上述した気筒判別の機能を用いて、例えばエンジン1が運転を停止した時に膨張行程にある気筒を検出することができ、その検出した気筒を記憶しておくことができる（気筒検出手段）。エンジン1にはクランクギング用のスタータ（電動機）14が付設されており、例えばこのスタータ14はビニオン16をフライホイール18の外周に形成されたリングギヤに噛み合わせて駆動し、エンジン1をクランクギングさせることができる。なお、ビニオン16はリングギヤと常時噛み合合うタイプであつてもよい。

【0014】また、フライホイール18の外周には、その周方向に等角度幅のペーン（図示しない）が一定角度の間隔で形成されており、これらペーンの角度幅とその取付間隔は等しく（例えば30°）、その半分の角度（例えば15°）だけ互いに位相をずらして2つのピストンボジションセンサ20が配置されている。これらピストンボジションセンサ20は個々のペーンの通過に伴い、オンまたはオフの信号を形成してECU8に入力することができる。

【0015】エンジン1が運転を停止するとき、その直前にECU8はオン/オフ信号の立ち上がりおよび立ち下がりをカウントすることで、各気筒毎にピストン22がクランク角でみてどの位置（"ATDC", "BTDC"）に停止したかを検出することができる。なお、本発明の発明者等が行った観測によれば、通常4気筒型のエンジン1では圧縮気筒と膨張気筒との筒内圧のつり合いから、例えば膨張行程にある気筒のピストン22は10°ATDC近傍の位置に停止する頻度が高いという特性が明らかとなっている。

【0016】エンジン1はその他に、例えば排気弁24の開弁時期を変更可能とする可変バルブタイミング機構26を備えている。この可変バルブタイミング機構26は、例えば油圧式アクチュエータを用いてカム軸（何れも図示していない）の位相を変位させ、所定の範囲内で開弁時期を遅角または進角させることができる。可変バルブタイミング機構26の油圧式アクチュエータには、オイルコントロールバルブ28を通じて作動油圧の給排路が接続されており、オイルコントロールバルブ28は油圧式アクチュエータに対する作動油圧の給排方向を切り換えてその遅角方向または進角方向への作動を行わせることができる。また、オイルコントロールバルブ28の具体的な作動は、例えばソレノイドを用いたスプール位置の切り換え制御により実現することができ、ECU8はそのソレノイドに対して制御デューティ率を出力す

ることで、具体的に開弁時期の遅角または進角制御を行う機能を有している。

【0017】またECU8は、車両の運転状態を検出するため各種のセンサ類から情報を収集することができ、例えば、車速センサから入力される車速信号、シフト位置センサから入力されるシフト位置信号、クラッチ位置センサから入力されるクラッチペダルの踏み込みまたは解除を表すクラッチ位置信号等の情報がECU8に入力可能となっている(運転状態検出手段)。

【0018】以上は、本発明の始動装置を車両用のエンジン1に適用した場合の一実施形態であるが、本発明の始動装置は更に、ECU8の制御機能に関してその他の構成を有している。

【0019】

【実施例】以下に具体的な実施例を挙げて、本発明の始動装置を用いたエンジン1の始動について詳細に説明する。また以下の説明を通して、本発明の始動装置に係るその他の具体的な構成もまた明らかとなる。図2は、ECU8が実行するべき始動制御ルーチンのフローチャートを示し、ECU8はこのフローに沿った手順でエンジン1の始動制御を実行する。図2のフローは、エンジン1の運転が停止された後のメイン制御ルーチンとして位置付けられ、そのステップの途中に2つのサブルーチンR1, R2を含む。

【0020】本実施例では、ECU8に自動アイドル停止・始動システムが組み込まれており、ECU8は上述した車両の運転状態に基づいて所定の停止条件および始動条件の成立を判定することができる。例えば、車速が0で、シフト位置がニュートラルにあり、かつ、クラッチペダルの踏み込みが解除されている場合、ECU8は停止条件の成立と判定する。ECU8は停止条件が成立了とき、燃料噴射および点火を停止してエンジン1を自動的に停止させる。なお、検出するべきパラメータを追加変更し、これらを停止条件の判定に用いることも可能である。

【0021】ECU8は更に、エンジン1の運転を停止するとき上述した可変バルブタイミング機構2を動作させて排気弁2の開弁時期を遅角側にセッティング(開弁制御手段)。なお、油圧式アクチュエータが確実に動作できる場合はエンジン1の停止後に行ってしまい、このようなエンジン1の自動停止が行われた場合、または、運転者がイグニションスイッチをオフにした場合、ECU8は図2の始動制御ルーチンの実行を開始する。

【0022】先ず、ECU8はステップS1においてエンジン1の回転速度が所定値N<sub>0</sub> (例えば3.0 rpm, min<sup>-1</sup>)以下となったか否かを判定し、この判定が成立する場合 (Yes) はエンジン1が停止したものとみなしてステップS2に進む。ステップS2では、ECU8は所定の停止後タイミングがカウントを停止 (=0) している

か否かを判断し、停止している場合はステップS3に進んで停止後タイミングの作動を開始する。なお、この停止後タイミングおよび後述する各種のタイミングは、例えばECU8内に組み込むことができ、その起動とともに経過時間をカウントすることができる。

【0023】次のステップS4では、ECU8は所定の噴射後タイミングがカウントを停止 (=0) しているか否かを判断する。エンジン1の運転を停止した後は、この噴射後タイミングは未だ作動していないため、ECU8は次のステップS5に進んで始動条件の成立を判断する。この始動条件としては、上述した自動停止を行った後の自動始動条件や、イグニションスイッチのオン信号の入力が想定される。なお、自動アイドル停止・始動制御の場合の始動条件は、例えばシフト位置がニュートラルにあることを前提として、この状態でクラッチペダルが踏み込まれた場合に成立する。

【0024】この時点で始動条件の成立が判定される場合 (Yes) 、エンジン1を早急に始動させる必要があると考えられることから、ECU8はサブルーチンR1を迂回してステップS11に進み、直ちにスタート14を作動させてクランクイングを開始する。これはエンジン1の停止後に素早い始動要求を満足するためである。これに対し、ステップS5で早急な始動条件が成立していないければ (No) 、停止後処理のためのサブルーチンR1に進む。

【0025】図3は、上述したサブルーチンR1, R2の詳細を示している。ECU8は、メインルーチンのステップS5からサブルーチンR1に進むと、ステップS6でエンジン1の停止後から所定時間が経過したか否かを判断する。この判断は上述した停止後タイミングのカウントから行うことができ、所定時間が経過していないければ (No) ECU8はメインルーチンをリターンして、その経過までの間は上記の処理 (ステップS1~S6) を繰り返す。なお、停止後タイミングは既に作動しているため、繰り返しの場合はステップS3を迂回する。

【0026】ステップS6にて所定時間の経過が認められる場合 (Yes) 、ECU8はステップS7に進んで膨張行程で停止している気筒に対して燃料噴射を指令し、そして、ステップS8で噴射後タイミングの作動を開始する。なお、この時点で既にECU8は膨張行程にある気筒を検出しているので、その気筒に対応する燃料噴射弁4に噴射信号を供給して実際に燃料を噴射する(噴射制御手段)。より好ましくは、ECU8は検出したピストン位置から筒内の空気量を正確に求め、その噴射するべき燃料を適切に調整することができる。

【0027】次のステップS9では、ECU8は点火後に所定時間が経過したか否かを判断するが、この時点では未だ点火を行っていないため (No) 、そのままメインルーチンをリターンする。この後、ECU8がメインルーチンに戻ると、噴射タイミングが既に作動しているため

ステップS4からステップS12に進む。ステップS12では再度、始動条件が成立しているか否かを判断し、始動条件が成立するまで上記のステップS1～ステップS12(S1, S2, S4, S12)までのループを単に繰り返す。

【0028】この後、始動条件が成立してはじめて、ECU8は始動処理のためのサブルーチンR2に進む。サブルーチンR2では、ECU8はステップS13で燃料の噴射後に所定時間が経過したか否かを判断する。この所定時間は例えば、燃料の噴射後、その気化を確実にするための所要時間として設定することができる。この所定時間が経過していない場合(No)、ECU8はサブルーチンR2を終了してメインルーチンのステップS11に進み、スタータ14によるクランクイングを行う。このようなステップS13での判断は、燃料の燃焼時間を見込んで失火を未然に防止するためのものである。

【0029】ステップS13で所定時間が経過していると認められる場合(Yes)はステップS14に進み、点火が行われたか否かを点火後タイマのカウント値から判断する。この時点ではカウント値=0であると点火前と判断できるから、ECU8はステップS15に進んで点火を指令する。この指令は、既に燃料を噴射した膨張行程にある気筒に対してなされ、具体的には点火栓6にに対して点火信号が送出される。なお、運転の停止により筒内圧が低下していることを考慮すれば、このとき着火に充分な熱エネルギーを確保するため多重点火を行うことがほしい。

【0030】次に、ECU8はステップS16で点火後タイマの作動を開始し、ステップS9に進んで点火後に所定時間が経過したか否かを判断する。この所定時間が経過するまでは(No)、ECU8はメインルーチンをリターンして再度ステップS12からサブルーチンR2に入り、ステップS15、S16を巡回してステップS9の判断を繰り返す(ステップS14=No)。

【0031】点火後に所定時間が経過したと判断する、ECU8はステップS10でエンジン回転速度が所定値Nesを超えているか否かを判断する。この所定値Nesは、例えばエンジン1の始動が成功したか否かを判定するための閾値として設定されており、ECU8はエンジン1の回転速度がこの所定値Nesを超えていれば始動状態が成功であるものとして判定し、一方、所定値Nes以下であれば始動状態が不完全であるものとして判定することができる。

【0032】なお、図2のフローチャートには明示されていないが、ECU8はステップS15で点火後にピストン2が動き出すと、そのとき圧縮行程にある気筒についても噴射を指令し、更にその上死点で点火を指令する。これにより、エンジン1の停止時に圧縮行程にあつた気筒で完爆が起こり、通常のクランクイングを行うことなくエンジン1が始動する。

【0033】始動状態を判定した結果、不完全であった場合(No)はサブルーチンR2を終了してメインルーチンに戻り、ECU8はステップS11に進んでスタータ14を作動させる。これに対し、判定結果が成功であった場合(Yes)、ECU8はメインルーチンをリターンするのでスタータ14は作動されない。上記の何れの場合にあっても、エンジン1が始動して回転速度が所定値Nesを超えたときは、ECU8はメインルーチンのステップS1からステップS17に移行して上述した各種のタイマをそれぞれリセットし、始動制御ルーチンの実行を終了する。

【0034】上述した始動制御ルーチンを実行することにより、ECU8はエンジン1の始動を行うときは膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させてエンジン1を始動させる(始動手段)。このとき、ECU8はステップS11での判定結果、つまり、エンジン1の始動状態に応じてスタータ14の作動を制御する(電動機制御手段)。

【0035】従って、本実施例の始動装置によれば、膨張行程にある気筒内の燃焼圧だけ始動に成功した場合、スタータ14を作動させることなくエンジン1の始動が行われる。一方、気筒内の燃焼圧だけでは始動が不完全となった場合、スタータ14によるクランクイングを例えば補助的に付加することができ、最小限の使用電力だけでエンジン1の始動が可能となる。この補助は、例えば圧縮行程にある気筒が上死点を超える程度に行うだけで足り、通常の停止状態で行うクランクイングのような過大なトルクを要しない。なお、一実施例ではエンジン回転速度から始動状態を判断しているが、その他の検出パラメータを用いて判断するものであってもよい。

【0036】また上述のように、予め排気弁24の開弁時期を運転角にセットしておけば、膨張行程でピストン2が押し下げられている間は排気弁24を閉じておくことができ、その膨張行程中の燃焼圧の急な低下が防止される。これにより、燃焼ガスの効率的な膨張仕事を促進して、燃焼圧だけによる始動の成功に寄与することができる。

【0037】上述の実施例ではアイドルストップ車両を用いているが、自動的にエンジンを停止・始動させる車両(例えばハイブリッド車両)であってもよい。また、車両の自動アイドル停止・始動制御システムの作動を合わせて説明しているが、本発明の始動装置は車両用のエンジン1に関して、このような制御システムとの協調を必ずしも要しない。従って、例えば車両の運転者がエンジン1を停止させた後に再始動させる場合は上述した始動制御ルーチンを単独で実行し、エンジン1の始動を行うことができる。

【0038】本発明の実施形態は一例として挙げたエンジン1に限られず、その他のシリンダレイアウトを有していてもよいし、単気筒型であってもよい。また本発明

の実施形態に関し、その他の好ましい態様で具体的な部材や部品の構成を適宜に置き換えることはいうまでもない。

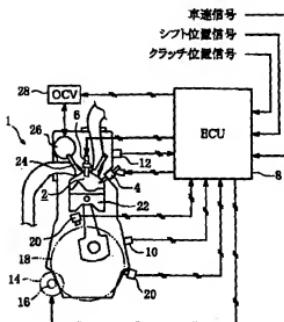
【0039】

【発明の効果】本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項1）は、短時間で内燃機関の始動を確実なものとする。また、始動フェールセーフのためだけに電動機を使用していることで、大幅な省電力が可能となる。また、本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項2）は、始動の迅速性や確実性を保証することから車両に搭載される内燃機関の自動停止・始動制御と好適に協調することができ、その燃費低減の目的達成にも大きく貢献する。

【0040】更に、本発明の始動装置が開弁制御に関する構成を含むものであれば（請求項3）、その働きにより内燃機関の始動を合理的に補助することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】本発明の始動装置に関する一実施形態を表す概略的構成図である。

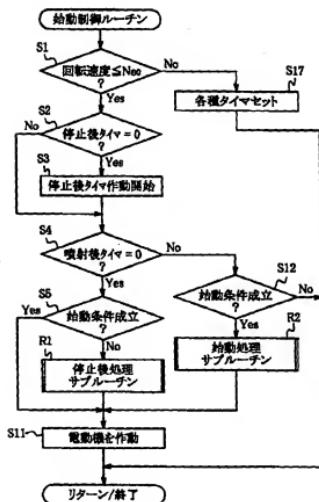
【図2】本発明の始動装置により一実施例として実行される始動制御ルーチンのフローチャートである。

【図3】図2のフローチャート中、サブルーチンの内容を具体的に示したフローチャートである。

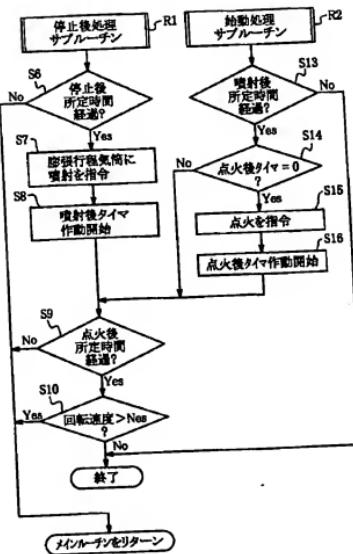
【符号の説明】

1	エンジン
2	燃焼室
4	燃料噴射弁
6	点火栓
8	電子制御ユニット（ECU）
10	クランク角センサ
12	カム角センサ
14	スタータ（電動機）
24	排気弁
26	可変バルブタイミング機構

【図2】



[図3]



## フロントページの続き

(5) Int. Cl. 7	識別記号	F I	マークド (参考)
F 0 2 D	17/00	F 0 2 D 17/00	Q
29/02	3 2 1	29/02	3 2 1 A
41/06	3 8 5	41/06	3 8 5 Z
41/38		41/38	D
41/40		41/40	F
43/00	3 0 1	43/00	3 0 1 J
			3 0 1 V
			3 0 1 Z
			3 0 1 A
45/00	3 1 0	45/00	3 1 0 B
	3 6 0		3 6 0 Z
	3 6 2		3 6 2 E
F 0 2 N	15/00	F 0 2 N 15/00	E

Fターム(参考) 3G084 BA15 BA17 BA23 BA28 CA01  
CA07 DA09 EA07 EA11 EB11  
EC01 FA00 FA05 FA06 FA33  
FA38 FA39  
3G092 AA01 AA06 AC03 BA08 BB01  
DA02 DA09 DE03S DF04  
DF09 DG05 EA04 EA09 EA11  
EA17 FA24 FA31 GA01 HA13Z  
HB01X HC08X HE03Z HE05Z  
HF05X HF12Z HF15Z HF19Z  
HF21Z  
3G093 AA01 AA07 AB00 BA19 BA21  
BA22 CA00 CA01 CB01 DA00  
DA01 DB01 DB05 DB06 DB10  
DB11 DB23 EA03 EA05 EA15  
EB00  
3G301 HA04 JA00 JA02 KA01 KA28  
KB00 LA07 LB04 MA18 NA08  
PE00A PE03A PE05A PE09A  
PE10A PF01A PF06A PF07A